



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Systemy MES

### Przedmiot

Kierunek studiów

Edukacja Techniczno Informatyczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/6

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

Laboratoria

15

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Paweł JASION

email: pawel.jasion@put.poznan.pl

tel. 61 665 2175

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 61-131 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający kurs powinien mieć wiedzę z zakresu matematyki, wytrzymałości materiałów, podstaw konstrukcji maszyn, grafiki inżynierskiej oraz materiałoznawstwa.

Powinien umieć rozwiązywać proste zadania z zakresu wytrzymałości materiałów, rozumieć ogólne zasady projektowania konstrukcji, umieć modelować zjawiska fizyczne oraz proste elementy maszyn.

Powinien sprawnie posługiwać się oprogramowaniem do trójwymiarowego modelowania brył.

Powinien wiedzieć jak znaleźć i jak skorzystać z odpowiednich norm i katalogów dotyczących materiałów konstrukcyjnych i części maszyn.

### Cel przedmiotu

Zapoznanie z zasadami działania i możliwościami współczesnych systemów komputerowych pozwalających przeprowadzać obliczenia numeryczne metodą elementów skończonych. Nauka właściwego użycia metody elementów skończonych w celu poprawnego i efektywnego rozwiązywania złożonych problemów inżynierskich. Omówienie podstawowych typów analiz numerycznych.



## Przedmiotowe efekty uczenia się

### Wiedza

1. Ma podstawową wiedzę z zakresu działania systemów MES oraz ich obsługi.
2. Ma wiedzę dotyczącą numerycznego modelowania elementów konstrukcyjnych i prostych złożów tych elementów.
3. Zna zasady przygotowywania modeli numerycznych elementów konstrukcyjnych poprzez upraszczanie ich rzeczywistych odpowiedników.
4. Ma wiedzę pozwalającą dobrać typ analizy numerycznej oraz właściwości modelu numerycznego do zadanego problemu inżynierskiego.

### Umiejętności

1. Potrafi przeprowadzić numeryczne obliczenia wytrzymałościowe elementów maszyn obejmujące proste przypadki obciążeń.
2. Potrafi przygotować poprawny i efektywny model numeryczny elementów konstrukcyjnych i części maszyn.
3. Potrafi interpretować wyniki analiz numerycznych i wyciągać z nich wnioski pozwalające podjąć decyzję projektową.
4. Potrafi przygotować poprawny i zrozumiały raport z badań numerycznych i przedstawić go w środowisku zawodowym przy użyciu nowoczesnych technik informatycznych.

### Kompetencje społeczne

1. Rozumie znaczenie systemów komputerowych oraz najnowszych osiągnięć techniki w pracy inżyniera.
2. Rozumie konieczność współpracy wielu ekspertów z różnych dziedzin w czasie realizacji projektu konstrukcyjnego.
3. Ma świadomość wpływu pracy konstruktora na kształtowanie przestrzeni publicznej i środowiska.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekt kształcenia	Forma oceny	Kryteria oceny
(wszystkie wymienione)	kolokwium	3.0 – 50.1%-60.0%; 3.5– 60.1%-70.0%; 4.0– 70.1%-80.0%; 4.5– 80.1%-90.0%; 5.0– 90.1%-100.0%;

## Treści programowe

### WYKŁAD

Wprowadzenie: omówienie metod analizy konstrukcji; przedstawienie idei metody elementów skończonych (MES); MES w procesie projektowym; zastosowanie MES



Omówienie elementów skończonych: charakterystyka elementu skończonego; klasyfikacja elementów

Przygotowanie modelu MES: przejście od konstrukcji rzeczywistej do modelu dyskretnego; analiza warunków podparcia i obciążenia; sposoby upraszczania modelu; błędy w analizie MES

Przygotowanie siatki elementów skończonych: wybór elementu; gęstość siatki – analiza zbieżności rozwiązania; analiza jakości siatki; poprawa jakości siatki

Omówienie podstawowych typów analiz: analiza naprężeń i odkształceń (rozdzielenie między analizą liniową i nieliniową; źródła nieliniowości); analiza stateczności (wyznaczanie obciążeń krytycznych i postaci wyboczenia, analiza pokrywająca – ścieżka równowagi); analiza modalna (wyznaczanie częstotliwości drgań własnych i odpowiadających im postaci drgań); analiza termiczna (przepływ ciepła)

Przykłady analiz wybranych elementów konstrukcyjnych; modelowanie wybranych elementów części maszyn

Zagadnienia kontaktowe: kontakt własny; połączenia klejone

Prezentowanie wyników analizy MES – przygotowanie raportu

## LABORATORIUM

Użycie metody elementów skończonych do rozwiązywania praktycznych problemów inżynierskich; nauka właściwego modelowania podparcia i obciążenia oraz wybór właściwego elementu skończonego. Przykładowe zadania: wyznaczanie naprężeń i przemieszczeń w belce zginanej i zbiorniku cienkościennym; analiza stateczności w spawanej konstrukcji kratowej; wyznaczanie naprężeń w płycie wywołanych zmianą temperatury; optymalizacja rozkładu naprężeń w stemplu prasy.

## Metody dydaktyczne

Wykład:

- wykład z prezentacją multimedialną zawierającą rysunki i zdjęcia wspierające treści prezentowane na tablicy; prezentacja działania systemu MES w czasie rzeczywistym
- zastosowanie przedstawianych podstaw teoretycznych do rozwiązywania prostych przykładów z praktyki inżynierskiej
- podczas wykładu inicjowana jest dyskusja ze studentami

Laboratorium:

- przykłady zadań inżynierskich rozwiązywane przy komputerach z użyciem systemu MES
- dyskusja ze studentami na temat rozwiązywanych zadań i otrzymywanych wyników

## Literatura



Podstawowa

1. Rakowski G., Kacprzyk Z. Metoda elementów skończonychw mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza PolitechnikiWarszawskiej, 2005.
2. Kurowski P.M. Finite element analysis for design engineers (2nd ed.), SAE International, Warrendale, Pa., 2017.
3. Steele J.M. Applied finite element modeling, Marcel Dekker,Inc. New York, 1989.

Uzupełniająca

1. Łodygowski T., Kąkol W., Metoda elementów skończonych w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji inżynierskich. WPP, Poznań, 1991
2. Bathe K.J. Finite element procedures, Prentice-Hall, Inc.,New Jersey, 1996.
3. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z. The finite element method: its basics and fundamentals, Elsevier Butterworth-Heinemann, New York, 2005.
4. Singiresu S., The finite element method in engineering , Elsevier Butterworth-Heinemann, New York, 2014

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	128	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	52	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwiów) <sup>1</sup>	76	3,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności